



Estimation par drone des propriétés biophysiques des arbres dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers

Y.L. Brou Assoua¹, L. Akpa¹, J. Kassi², S.K. Lammoglia^{2,3,*}

¹ CURAT, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

² UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

³ UMR ABSYS, CIRAD, Montpellier, France

*Corresponding author: karen.lammoglia@cirad.fr





Introduction

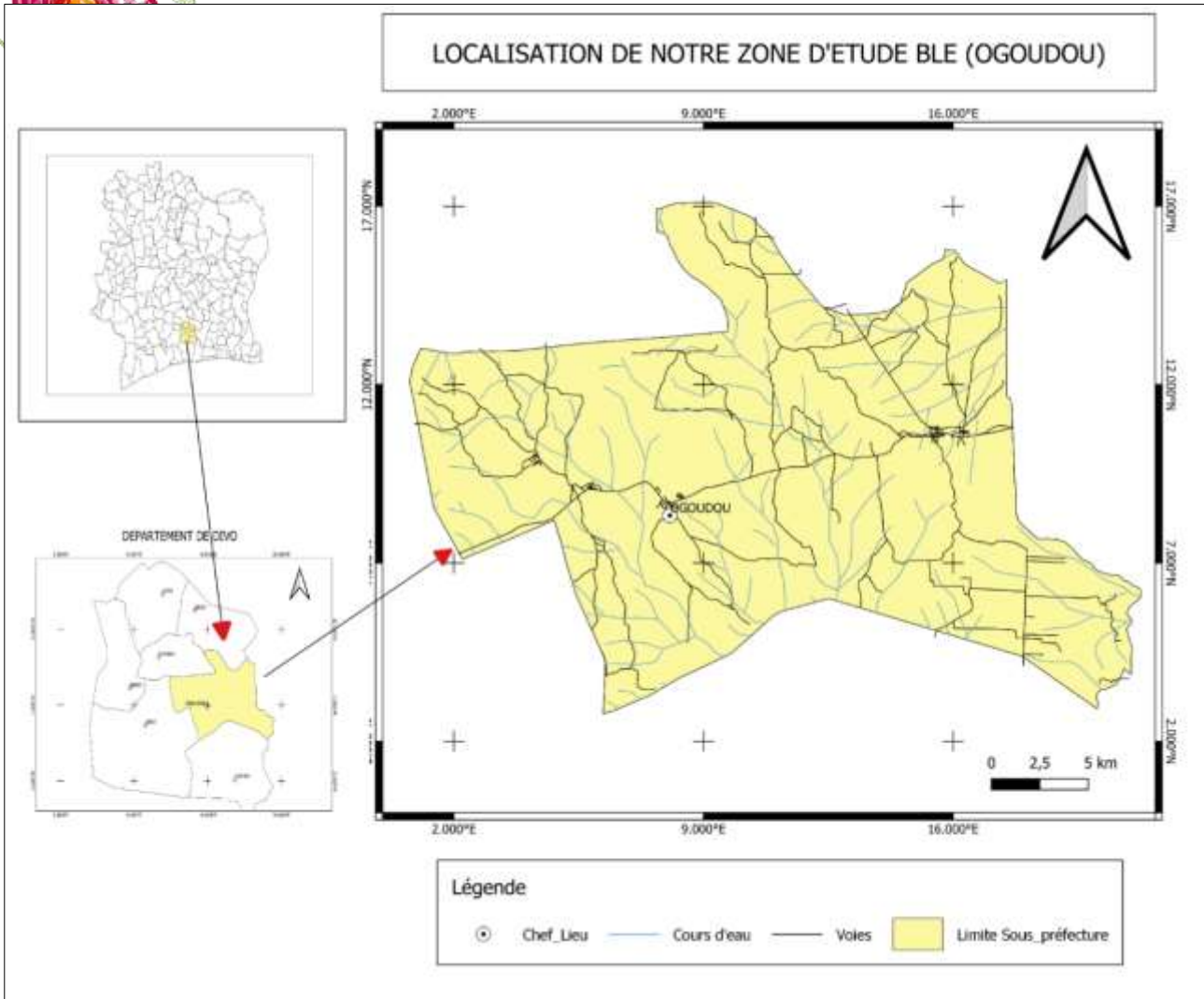
- Les **propriétés biophysiques des arbres** - la hauteur, la taille des couronnes, l'indice foliaire (LAI : Leaf Area Index), le taux de couverture – importantes pour :
 - caractériser les systèmes de cacaoculture
 - surveiller la croissance et la santé des arbres
 - les techniques et stratégies de gestion
- La taille des couronnes des arbres est un **indicateur de la multiperformance** des systèmes
 - détermine la séquestration du carbone, l'ombrage, le risque de brise-vent, la croissance des arbres
- Suivre ces paramètres clefs durant la saison permet une meilleure gestion de l'irrigation et de la fertilisation des systèmes de cacaoculture



Introduction

- Méthodes conventionnelles de détermination des paramètres biophysiques des arbres :
 - fastidieuses, chronophages, avec une main-d'œuvre importante, non exhaustives
 - Les avancées technologiques → utilisation de drones en agriculture
 - pour acquérir des données à haute résolution spatio-temporelle
 - les drones ont des caractéristiques différentes des satellites
 - permettent d'obtenir des données à très haute résolution sur les systèmes agroforestiers, sans couverture nuageuse en volant à une altitude plus basse (Fujimoto et al., 2019 ; Gülci, 2019).
- **Objectif : Évaluer l'utilisation potentielle de drones dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers pour l'estimation exhaustive de certaines propriétés biophysiques des arbres**

Matériel & Méthode (1/3)



❖ Zone d'étude

- Latitudes 5°53.822 et 5°54.167 N
- Longitudes 5°12.260 et 5°11.748 O.
- Climat subéquatorial, chaud et humide
- 900 mm < Précipitations < 1200 mm
- Temp. moy. de 23,5°C
- Relief relativement homogène de plateaux
- Altitudes max. ~ 500 m
- Espèces : Acajou, Samba, Kotibe, Iroko, Framiré, Fraké, Fromager



Matériel & Méthode (2/3)

❖ Choix des parcelles d'étude

- Typologie basée sur 3 variables clés ayant 2 modalités
 - ✓ Nombre arbres associés/ha (seuil : 20 arbres/ha)
 - ✓ Age des cacaoyers (seuil : 20 ans)
 - ✓ Rendement en cacao (seuil : 300 kg/ha)

N° parcelle	Age cacaoyers (années)	Rendement (kg/ha)	Densité arbres associés (arbres/ha)	Superficie (ha)
1	<20	<300	<20	1.98
2	>20	<300	>20	2.13
3	<20	<300	>20	0.65
4	<20	>300	<20	1.13
5	>20	>300	<20	1.38
6	<20	>300	>20	2.61
7	>20	<300	<20	3.49
8	>20	>300	>20	0.83



Matériel & Méthode (3/3)

❖ Collecte des données aériennes

- Drone Dji Phantom 4 Multispectrale
- Vol à 80m de haut



❖ Mesures directes

- Clinomètre Suunto (modèle PM5-1520) + GPS Garmin
- Hauteurs et position GPS de 265 arbres ayant un DBH ≥ 10 cm



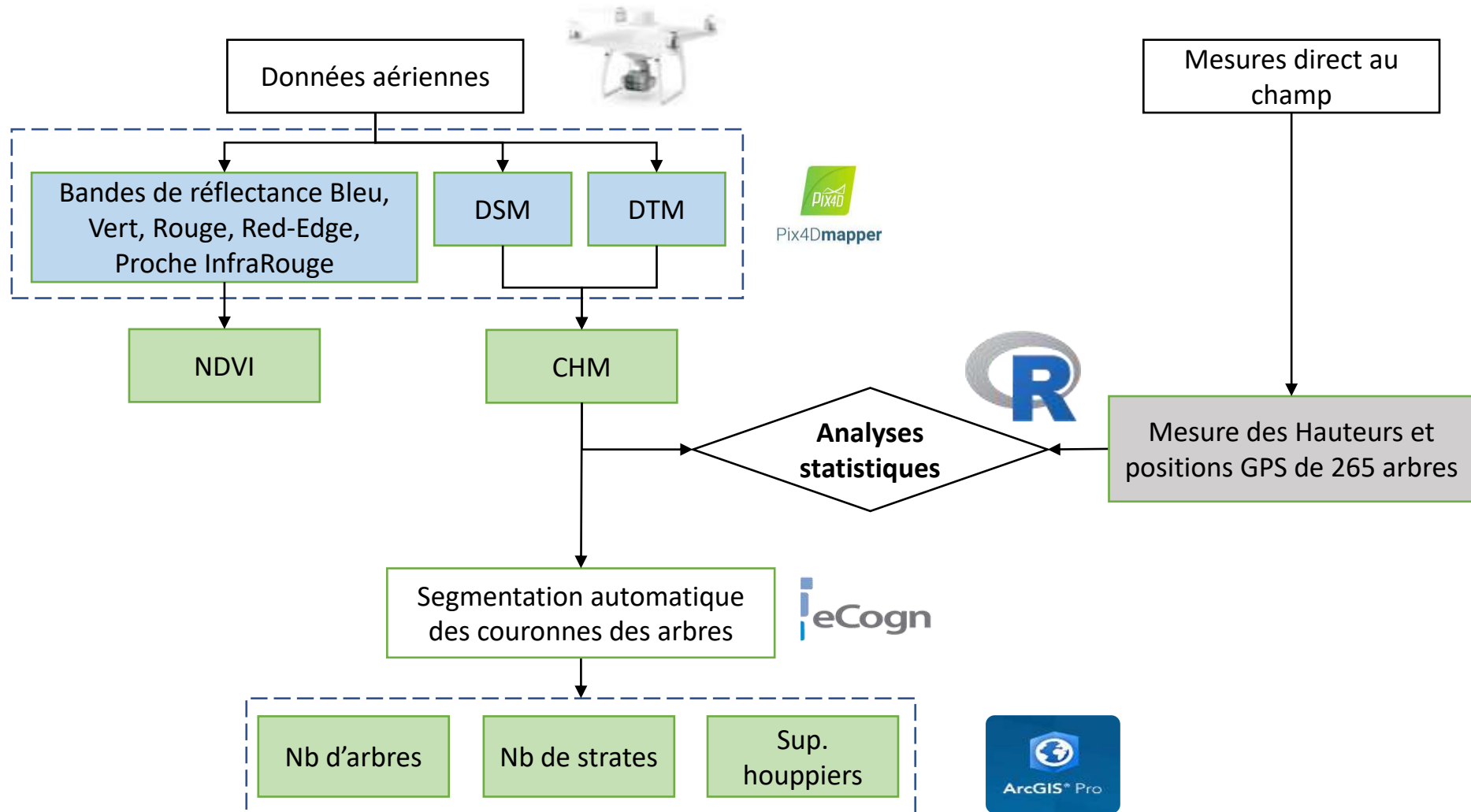
❖ Traitement des images drone



❖ Segmentation automatique des houppiers et visualisation des données



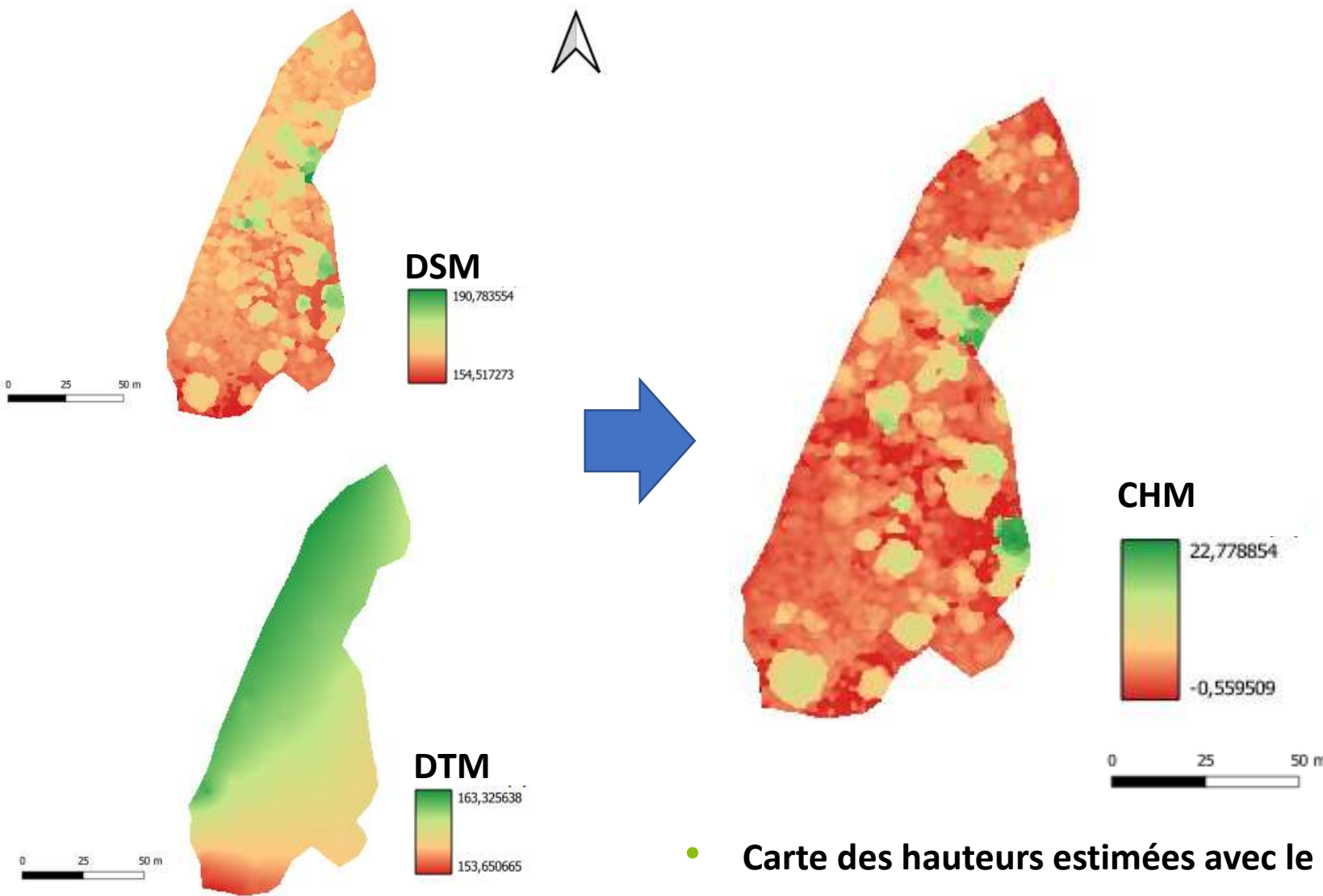
Démarche



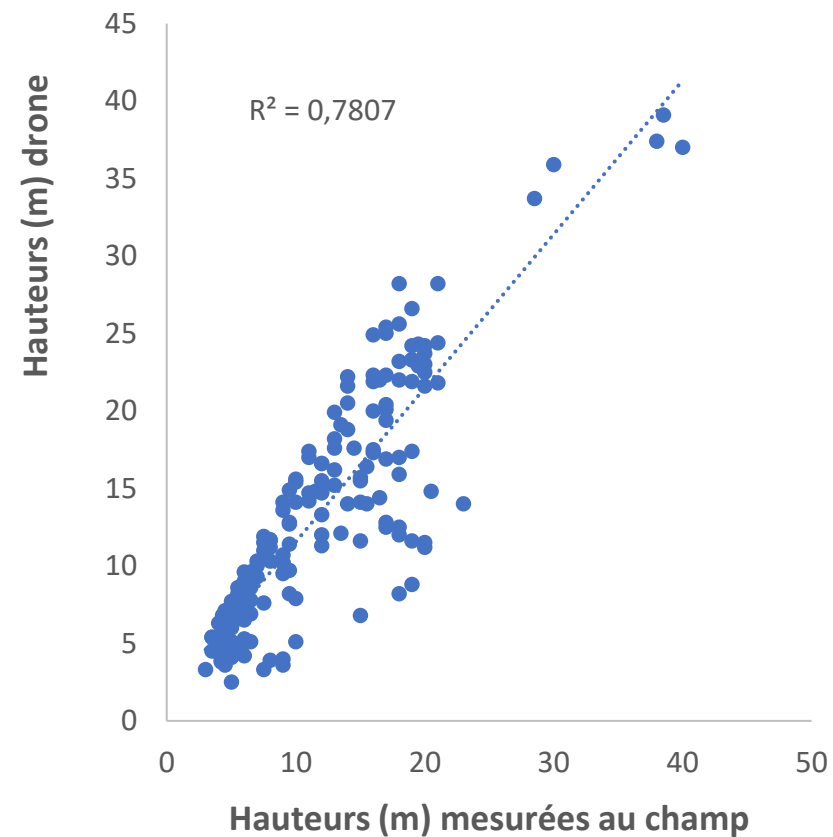


Résultats (1/4)

❖ Hauteurs des arbres associés aux cacaoyers



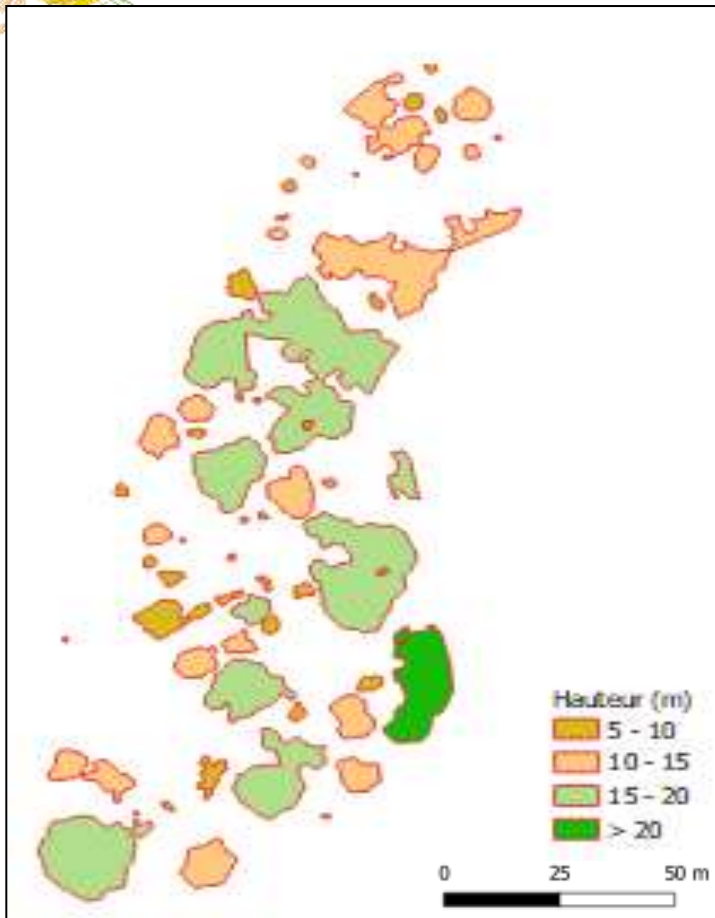
- **Hauteurs mesurées manuellement vs Hauteurs estimées avec le drone**



- **Carte des hauteurs estimées avec le drone**

Résultats (2/4)

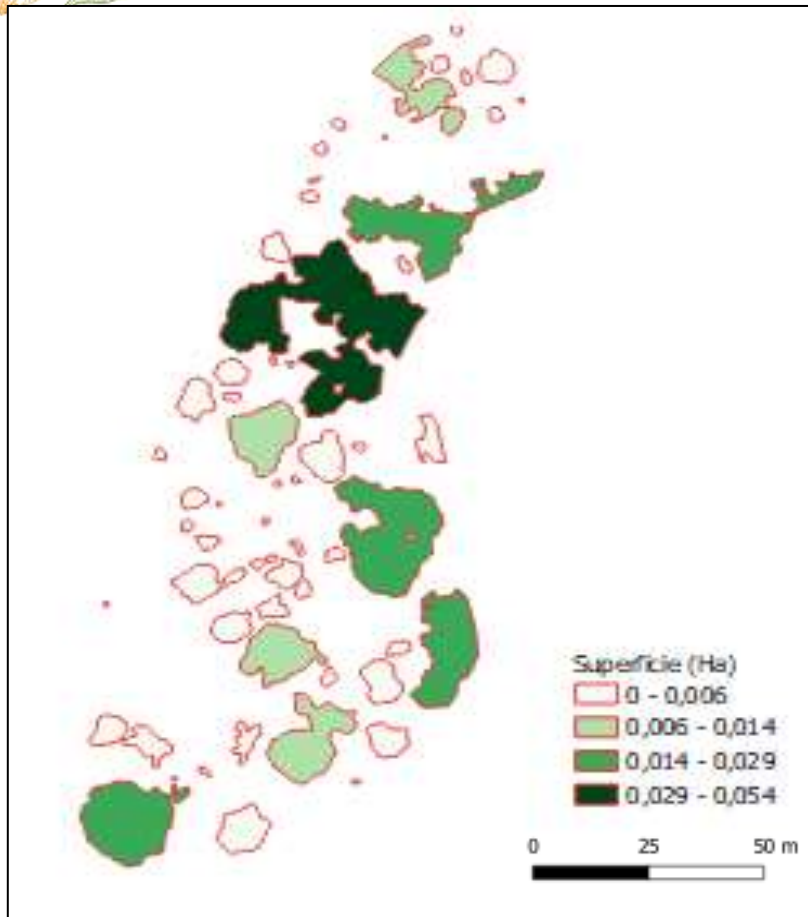
❖ Comptage des arbres via segmentation automatique



Nombre d'arbres par parcelle								
H (m)	1	2	3	4	5	6	7	8
5-10	7	36	7	85	5	32	7	37
10-15	9	16	6	6	4	17	7	17
15-20	3	13	4	5	5	9	6	8
>20	1	5	3	1	2	1	1	1

Résultats (3/4)

❖ Calcul automatique de la superficie couvertes par les houppiers



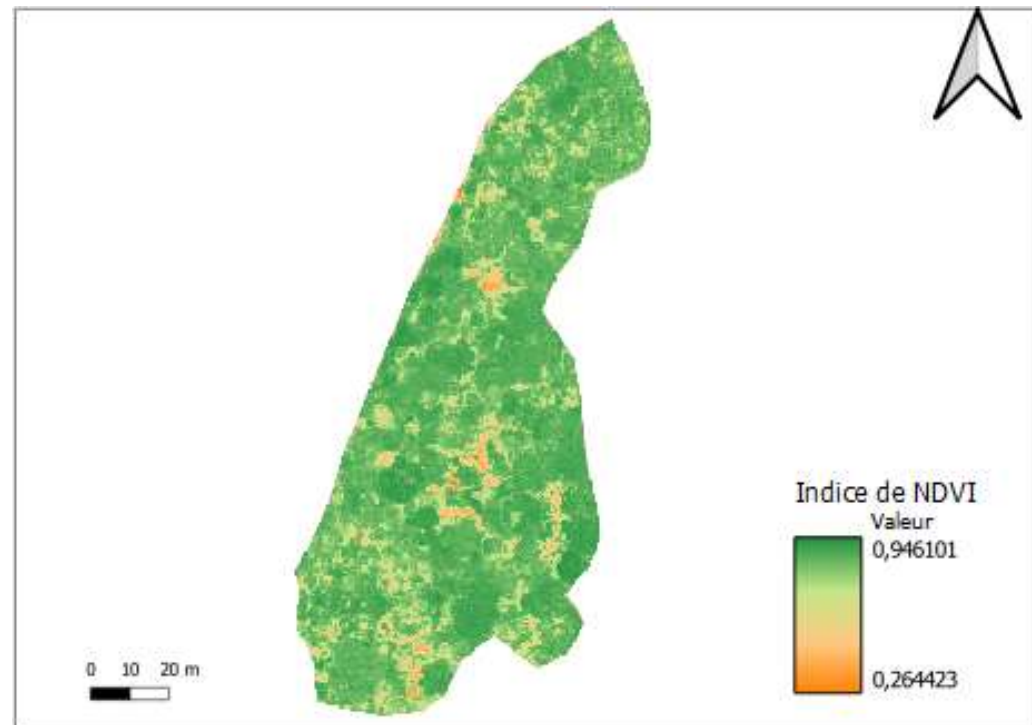
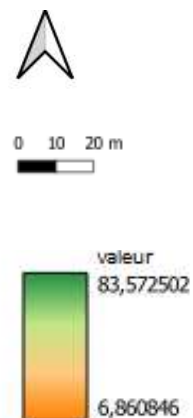
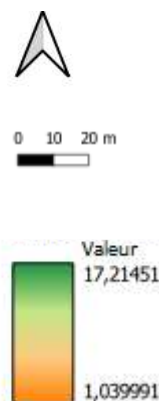
Superficies (ha) occupées par les houppiers								
H (m)	1	2	3	4	5	6	7	8
5-10	0.023	0.07	0.009	0.008	0.014	0.161	0.111	0.017
10-15	0.107	0.05	0.026	0.023	0.013	0.22	0.13	0.07
15-20	0.012	0.097	0.026	0.024	0.026	0.148	0.12	0.146
>20	0.01	0.122	0.008	0.007	0.011	0.002	0.013	0.018



Résultats (4/4)

❖ Indices de végétation

- sont des combinaisons linéaires ou non de réflectances
- permettent de caractériser le couvert végétal en termes de vigueur de la végétation
- **NDVI**, le plus utilisé car il permet de caractériser l'activité photosynthétique = mesure indirecte de biomasse



• Bande spectrale Rouge

• Bande spectrale Proche InfraRouge

• Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)



Conclusion

- Contribution des images drones pour la collecte de données sur la structure de la végétation dans un contexte agroforestier
 - Détermination de la hauteur des arbres
 - Localisation des arbres
 - Détermination de la densité des arbres
 - Détermination de la superficie des houppiers
 - Détermination des indices de végétation

Perspectives

- Étude actuellement répétée dans d'autres régions agroécologiques de production du cacao et sur plusieurs années pour confirmer la transférabilité de cette méthodologie et limiter les incertitudes.



Ce projet a reçu un financement de l'Initiative européenne DeSIRA au titre de la convention de subvention n° FOOD/2019/412-132 et de l'Agence française de développement



Remettre l'Humain et l'Environnement au cœur de la cacaoculture de demain



cirad

LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT



Cocoa4Future

c4f@cirad.fr

www.cocoa4future.org